动 物 学 研 究 2000, Apr. 21 (2): 170~172
Zoological Research



CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853

泰山地区原尾虫群落结构的初步研究

PROTURA COMMUNITY STRUCTURE IN TAI MOUNTAIN AREA

傅荣恕 谢荣栋

关键词: 原尾虫; 优势种; 季节消长; EBP-分析; 多样性; 聚类分析
Key words: Protura; Dominant species; Seasonal fluctuation; EBP analysis; Diversity; Cluster analysis
中图分类号: Q969.11 **文献标识码**: A **文章编号**: 0254-5853(2000)02-0170-03

原尾虫终生生活在土壤中，是真正的土壤动物（尹文英，1992a），对环境变化极为敏感。对其生态学进行研究，在环境监测与保护方面具有一定的意义。在我国，原尾虫研究多为分类学，而生态学研究较少(尹文英等,1981,1988;尹文英,1992b;张骏等,1996;傅荣恕等,1999)。本文拟对1996年4月~1997年4月泰山地区原尾虫群落调查结果进行初步的分析和讨论。

1 材料与方法

1.1 调查地点 设在泰山地区北部的莲台山、千佛山及华山。采样点的设置主要考虑植被、坡向、海拔高度等因素。调查共设样点8个，其中莲台山4个，千佛山2个，华山2个。莲台山的4个样点均位于阳坡，其中，L_1 位于山的顶部，海拔540 m，人工侧柏林；L_2 位于山腰上部，海拔430 m，落叶灌木林；L_3 位于山腰下部，海拔360 m，落叶阔叶林；L_4 位于山脚，海拔290 m，人工侧柏林。千佛山的2个样点（Q_1 和 Q_2）位于阳坡和阴坡的山腰，Q_1 海拔190 m，Q_2 海拔210 m，均为人工侧柏林。华山的2个样点（H_1 和 H_2）位于阳坡和阴坡的山腰，H_1 海拔70 m，植被稀疏、土层薄且多砂；H_2 海拔70 m、落叶灌木林。

1.2 采样方法 对8个采样点分层定量采样。将土层垂直分为3层：Ⅰ层（0~5 cm）、Ⅱ层（5~10 cm）、Ⅲ层（10~15 cm）。采样设3个重复。取土环刀的容积为100 cm^3。土样装入纸袋、带回实验室，用Tullgren漏斗法收集动物标本，在70%的酒精中保存。

1.3 数据统计方法 对群落多样性、均匀性和优势度的测定方法见傅荣恕等（1999）。群落的相似性采用Jaccart相似性系数公式：$J = c/(a+b-c)$，式中 J：相似性系数；a：A群落中种类数；b：B群落中种类数；c：AB两群落共有种类数。

2 结果与分析

2.1 群落组成和数量分布 本次调查共获得原尾虫标本361头，经鉴定共计17种，分别隶属于4科11属。名录及其数量分布见表1。

由表1可见，短跗新康蚖和1种肯蚖（肯蚖1）数量分别占总数量的39%和21%，为该群落的优势种；华山夕蚖、屠氏近异蚖、梅坞格蚖等11种数量各占总数量的1%~10%，是该群落的常见种；其余4种数量均不足总数量的1%，为该群落的稀有种。

2.2 季节消长 原尾虫对环境的变化非常敏感，尤其是土壤温度的变动，常可对原尾虫群落数量产生重大影响。表2是泰山地区原尾虫群落及主要种类的季节消长资料。

由表2可以看出，原尾虫群落数量的季节变化明显，具有春秋2个发生高峰，夏季数量最少，与上海东佘山的调查结果类似（尹文英等，1981）。短跗新康蚖的春秋2个高峰明显；肯蚖1也具有春秋2个高峰；华山夕蚖春季数量减少，冬秋季数量最多；屠氏近异蚖、梅坞格蚖具明显的秋季高峰，春季则没有发现。

2.3 相对丰度分析（EBP-分析） 利用原尾虫群落物种数和个体数的相对丰富度，可以比较群落类型的差异。为了便于分析，按其形态特征和近缘的系统分类关系，将原尾目已知的8个科划分为3个类群：古蚖群（E-群）包括古蚖科、华蚖科；檗蚖群（B-群）包括檗蚖科、囊蚖科、原科；始蚖群（P-群）包括始蚖科、富蚖科、夕蚖科（尹文英等，1988）。本次调查共获得原尾虫4科11属17种，其中，属于E-群的有1科4属8种；属于B-群的有1科4属6种；属于P-群的有2科3属3种。对其进行EBP-分析，结果见表3。

由表3可见，该地区原尾虫群落因分析方法不同而明显不同，EBP-分析Ⅰ的结果均为EB型，EBP-分析Ⅱ的结果为BP型。E-群种类较多，但多为稀有种，而P-群种类虽少，但仅跗新康蚖就占总数量的39.06%。莲台山、千佛山和华山的EBP-分析Ⅰ的结果均为O型，EBP-分析Ⅱ的结果表现不同，莲台山为BP型，千佛山为P型，华山为O型。该结果与浙江天目山、上海东佘山原尾虫区系研究结果明显不同：天目山原尾虫群落结构多为E型，少数为O型、EP型及P型，而无B型；上海东佘山原尾虫也是以

收稿日期：1999-06-16；修改稿收到日期：1999-10-14

表 1　原尾虫群落的组成和数量分布

Table 1　Species composition and quantity distribution of proturan community

种名（species name）	L_1	L_2	L_3	L_4	Q_1	Q_2	H_1	H_2	合计（total）
短跗新康蚖 *Neocondeellum brachytarsum*	5	18	12	64	26	10	4	2	141
肯蚖 1*Kenyentulus* sp.1	8	18		38	7	2	1	2	76
华山夕蚖 *Hesperentomon huashanensis*	3	5	5	5	12				30
屠氏近异蚖 *Paranisentomon tuxeni*	13		4	2	2				21
梅坞格蚖 *Gracilentulus maijiawensis*	8	6	6	1					21
栖霞古蚖 *Eosentomon chishiaensis*	7	3		2		2			14
肯蚖 2*Kenyentulus* sp.2		7				3			10
天目巴蚖 *Baculentulus tianmushanensis*		1	2		1		6		10
大眼古蚖 *Eosentomon megaglanum*				2		3	1	2	8
拟异蚖 *Pseudanisentomon* sp.		2			3		2		7
日本肯蚖 *Kenyentulus japonicus*	5				2				7
中国原蚖 *Proturentomon chinensis*	1				1	3			5
大同肯蚖 *Kenyentulus datongensis*						4			4
古蚖 *Eosentomon* sp.						3			3
东方古蚖 *Eosentomon orientalis*	2								2
巨刺异蚖 *Anisentomon magnispinosum*					1				1
河南新巴蚖 *Neobaculentulus henanensis*						1			1
合计（total）	52	60	29	114	55	31	14	6	361

L—莲台山（Liantai Hill）；Q—千佛山（Qianfe Hill）；H—华山（Hua Hill）。

表 2　原尾虫群落及主要种类的季节消长

Table 2　Seasonal fluctuation of proturan community　(ind./m²)

	1996-04	1996-07	1996-10	1997-01	1997-04
原尾虫（Protura）	1 733	600	4 067	1 933	2 700
短跗新康蚖 *N. brachytarsum*	933	33	1 400	767	1 733
肯蚖 1*Kenyentulus* sp.1	567	233	800	533	800
华山夕蚖 *H. huashanensis*	33	200	367	433	67
屠氏近异蚖 *P. tuxeni*		133	367	200	
梅坞格蚖 *G. maijiawensis*			700		

表 3　原尾虫群落相对丰度比较

Table 3　Relative abundance of proturan community

类群（group）	莲台山（Liantai Hill）		千佛山（Qianfe Hill）		华山（Hua Hill）		全区（whole area）	
	种类比/%（species per）	数量比/%（number per）	种类比/%（species per）	数量比/%（number per）	种类比/%（species per）	数量比/%（number per）	种类比/%（species per）	数量比/%（number per）
E-群（E-group）	38.5	14.5	40.0	16.3	40.0	25.0	41.18	15.51
B-群（B-group）	38.5	39.2	40.0	23.2	40.0	45.0	41.18	35.75
P-群（P-group）	23.0	46.3	20.0	60.5	20.0	30.0	17.65	48.75
群落类型（community type）	O	BP	O	P	O	O	EB	BP

E—古蚖（Eosentomida）；B—巢蚖（Berberentomida）；P—始蚖（Protentomida）。

E群种类和数量最多，P群次之，B群最少。但与河南伏牛山原尾虫群落结构相似。

2.4　群落的多样性、均匀性和优势度　群落的多样性、均匀性和优势度取决于群落的类群数和各类群的个体数，是反映群落结构和功能的重要指标。表4是本次调查的结果。

由表4可见，采样点 L_1 和 Q_2 多样性指数最高，优势度最低；H_1 和 H_2 的多样性指数较低；L_4 的多样性指数最低，优势度指数最高，其优势种短跗新康蚖和肯蚖1可占总数量的89.47%。全区原尾虫群落的多样性指数为2.01，较伏牛山区的1.44为高（傅荣恕等，1999），较浙江天目山的3.48和云南的2.82低(尹文英等,1988;张骏等,1996)。

2.5　群落的相似性与聚类分析　不同群落中共有种类的多少，可以说明它们之间的相似程度。一般说来，共有种类越多，群落间的相似性越大。8个采样点原尾虫群落间的相

表 4　原尾虫群落的多样性、均匀性和优势度

Table 4　Diversity, evenness and dominance of proturan community

指数（index）	L_1	L_2	L_3	L_4	Q_1	Q_2	H_1	H_2	全区（whole area）
H′指数（diversity index）	2.01	1.74	1.45	1.08	1.57	2.00	1.38	1.10	2.01
e′指数（evenness index）	0.914	0.878	0.901	0.556	0.717	0.909	0.855	1.000	0.708
C′指数（dominance index）	0.152	0.214	0.267	0.429	0.294	0.168	0.296	0.333	0.215

表 5 原尾虫群落的相似性

Table 5 Comparability of proturan community

	L_2	L_3	L_4	Q_1	Q_2	H_1	H_2
L_1	0.4167	0.4000	**0.6000**	0.3846	0.2000	0.1667	0.2000
L_2		0.4444	0.5000	0.4167	0.3077	0.4444	0.2222
L_3			0.5000	0.4000	0.0779	0.2500	0.1429
L_4				0.3333	0.3333	0.3333	0.4286
Q_1					0.2000	0.4000	0.2000
Q_2						0.2727	0.3333
H_1							**0.6000**

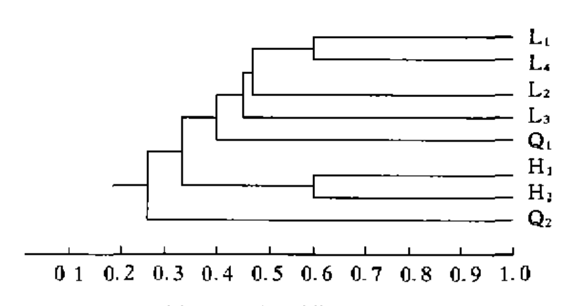


图 1 原尾虫群落的聚类分析

Fig.1 Dendrogram of proturan community

似性见表5。进一步利用Jaccard相似性系数进行聚类分析、聚类分析采用生态学上应用最为广泛的类平均法(图1)(阳含熙等,1981;Magurran,1988)。

结果表明,8个采样点之间原尾虫群落的相似性较差,L_1与L_4,H_1与H_2相似性系数最大($J=0.6000$),根据Jaccard相似性系数原理,仅为中等相似;Q_2与其他样点差异均较大,H_1和H_2与其他样点差异也较大,均为极不相似或中等不相似。由图1可见,莲台山的4个样点聚为一组,华山的2个样点聚为一组,表明原尾虫分布有一定的区域性。

参 考 文 献

尹文英,任秉孚,金根桃等,1981.上海东佘山竹林土壤中原尾虫区系的生态调查[J].生态学报,1(2):126~135.[Yin W Y,Ren B F,Jin G T *et al*,1981 The ecological investigation of proturan fauna in the soil of bamboo forest,East Sheshan,Shanghai. *Acta Ecologica Sinica*,1(2):126-135.]

尹文英,赵立军,1988.天目山自然保护区原尾虫区系及其变动规律的调查研究[J].昆虫学研究集刊,4:169~176.(Yin W Y,Zhao L J,1988. Investigating research of Protura fauna alteration rules in Tianmu Mountain Nature Protect Section. *Contr. Shanghai Inst Entomol.*,4:169-176.)

尹文英,1992a.中国亚热带土壤动物[M].北京:科学出版社.395~413.(Yin W Y,1992. Subtropical soil animals of China. Beijing: Science Press.395-413.)

尹文英,1992b.亚热带地区原尾虫的生物地理[A].见:尹文英等.中国亚热带土壤动物[M].北京:科学出版社 54~61.(Yin W Y,1992 Bio-geographical distribution of Protura in subtropical region of China. In:Yin W Y *et al*. Subtropical soil animals of China. Beijing:Science Press.54-61.)

阳含熙,卢泽愚,1981.植物生态学的数量分类方法[M].北京:科学出版社.1~420.(Yang H X,Lu Z Y,1981. Quantitative classification methods of plant ecology. Beijing:Science Press.1-420.)

张 骏,谢荣栋,尹文英,1996.云南省原尾虫多样性的研究[J].动物学研究,17(2):139~146.[Zhang J,Xie R D,Yin W Y,1996. Study on diversity of Protura from Yunnan Province. *Zoological Research*,17(2):139-146.]

傅荣恕,谢荣栋,尹文英,1999.河南伏牛山自然保护区原尾虫群落结构的研究[J].动物学研究,**20**(5):352~354.[Fu R S,Xie R D,Yin W Y,1999. Protura community structure of Funiu Mountain Nature Protective Area in Henan Province *Zoological Research*,**20**(5):352-354.]

Magurran A E,1988. Ecological diversity and its measurement[M]. New Jersey,USA:Princeton University Press 1-179.

傅荣恕[1] 谢荣栋 尹文英

FU Rong-shu[1] XIE Rong-dong YIN Wen-ying

(中国科学院上海昆虫研究所 上海 200025)

(*Shanghai Institute of Entomology, the Chinese Academy of Sciences, Shanghai* 200025, *China*)

①现工作单位:山东师范大学生物系 济南 250014

Current address: Department of Biology, Shandong Normal University, Jinan 250014, China